

10/550019

JC20 Rec'd PCT/PTO 23 SEP 2005

DOCKET NO.: 278231US0PCT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Sumie SUDA, et al.

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HERewith

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/JP04/04181

INTERNATIONAL FILING DATE: March 25, 2004

FOR: STEEL FOR SPRING BEING EXCELLENT IN RESISTANCE TO SETTING AND
FATIGUE CHARACTERISTICS

REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION

Commissioner for Patents
Alexandria, Virginia 22313

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that
the applicant claims as priority:

COUNTRY
Japan

APPLICATION NO
2003-092599

DAY/MONTH/YEAR
28 March 2003

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the
International Bureau in PCT Application No. PCT/JP04/04181. Receipt of the certified
copy(s) by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been
acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

Respectfully submitted,
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Norman F. Oblon
Attorney of Record
Registration No. 24,618
Surinder Sachar
Registration No. 34,423

Corwin P. Umbach, Ph.D.
Registration No. 40,211

Customer Number
22850

(703) 413-3000
Fax No. (703) 413-2220
(OSMMN 08/03)

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

25.3.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 3月28日
Date of Application:

出願番号 特願2003-092599
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP2003-092599]

出願人 株式会社神戸製鋼所
Applicant(s):

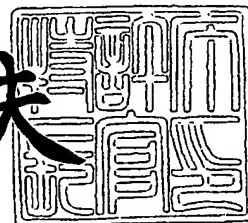


PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 4月30日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 31149

【提出日】 平成15年 3月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C22C 38/00

【発明の名称】 耐へたり性及び疲労特性に優れたばね用鋼

【請求項の数】 2

【発明者】

【住所又は居所】 神戸市灘区灘浜東町 2 番地 株式会社神戸製鋼所 神戸
製鉄所内

【氏名】 須田 澄恵

【発明者】

【住所又は居所】 神戸市灘区灘浜東町 2 番地 株式会社神戸製鋼所 神戸
製鉄所内

【氏名】 茨木 信彦

【特許出願人】

【識別番号】 000001199

【氏名又は名称】 株式会社神戸製鋼所

【代理人】

【識別番号】 100067828

【弁理士】

【氏名又は名称】 小谷 悦司

【選任した代理人】

【識別番号】 100075409

【弁理士】

【氏名又は名称】 植木 久一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012472

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0216719

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 耐へたり性及び疲労特性に優れたばね用鋼

【特許請求の範囲】

【請求項1】

C : 0.5 ~ 0.8 % (質量%の意、以下同じ)、

Si : 1.2 ~ 2.5 %、

Mn : 0.5 ~ 1.5 %、

Cr : 1.0 ~ 4.0 %、

V : 0.5 %以下 (0 %を含む)、

P : 0.02 %以下 (0 %を含まない)、

S : 0.02 %以下 (0 %を含まない)、

Al : 0.05 %以下 (0 %を含まない)

を含有し、残部はFe及び不可避免の不純物からなり、

前記Si含有量及びCr含有量はさらに下記式(1)を満足するものである耐へたり性及び疲労特性に優れたばね用鋼。

$$0.8 \times [Si] + [Cr] \geq 2.6 \quad \cdots (1)$$

(式中、[Si]、[Cr]はそれぞれSi含有量(質量%)及びCr含有量(質量%)を示す)

【請求項2】 さらにNi : 0.5 %以下 (0 %を含まない) 及びMo : 0.4 %以下 (0 %を含まない) から選択された少なくとも一種を含有する請求項1に記載のばね用鋼。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はばね(例えば、機械の復元機構に使用するばね)を製造するのに有用な耐へたり性及び疲労特性に優れたばね用鋼に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

自動車エンジンの弁ばね、サスペンションの懸架ばね、クラッチばね、ブレー

キばねなどは、近年の自動車の軽量化や高出力化に伴い、高応力に耐えられるような設計が求められている。すなわちばねの負荷応力の増大に伴い、疲労特性及び耐へたり性に優れたばねが求められている。

【0003】

耐へたり性は、ばね素材を高強度化すれば向上することが知られている。例えば高Si化して高強度化すれば耐へたり性が向上するため、通常、0.8～2.5%程度の範囲で使用されている（特許文献1，2参照）。またばね素材を高強度化すれば疲労限の点からは、疲労特性の向上が期待される。ところがばね素材を高強度化すると、欠陥感受性が高くなり易く、却って疲労寿命が低下する場合があります、またコイリング時の折損がおこりやすくなる。従って耐へたり性と疲労特性の両方を向上させるのは困難である。

【0004】

【特許文献1】

特許第2898472号公報（請求項1，段落0015）

【特許文献2】

特開2000-169937号公報（請求項1，段落0018，段落0028）

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は上記の様な事情に着目してなされたものであって、その目的は、耐へたり性と、疲労特性の両方を向上し得るばねを製造するのに有用な鋼を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明者らは、前記課題を解決するために鋭意研究を重ねる過程において、Crの意外な作用を見出した。すなわちCrは焼入性の向上及び焼戻し軟化抵抗の向上に有効な元素であるため、Siと同様に、耐へたり性向上及び疲労限の向上に有効であることは知られているものの、Crを多く使用しても疲労寿命は向上せず、むしろ靱性及び延性を下げるため、Crの使用量は実質的には約1%程度

に抑えられていた（上記特許文献 1 及び 2 の実施例参照）。ところが、本発明者らは Cr には欠陥感受性を低下させることなく、疲労強度および耐へたり性を向上できる作用があることを新たに発見した。より詳細に説明すると、従来、ばねは、鋼材（線材）を、例えば、伸線、オイルテンパー、コイルリング、ショットピーニング、セッチングなどの順で処理することによって製造されており、特にショットピーニングは表面に圧縮残留応力を付与して疲労寿命を高める点で重要である。ところが鋼材中の Cr 含有量を大きくすると、オイルテンパー処理の際に粒界が酸化されてしまい、この粒界酸化層はショットピーニングの際の圧縮残留応力の付与量を少なくしてしまうため、結果として疲労寿命が向上していなかったのである。本発明者らは、オイルテンパー処理の際の粒界酸化を抑制できれば、Cr が潜在的に有している欠陥感受性低下作用を有効に利用でき、欠陥存在時の疲労寿命低下を抑制できることを見出した。

【0007】

加えて本発明者らは、さらなる研究開発を進めた。すなわち Cr を所定量以上含有する鋼線の粒界酸化層を低減すれば疲労寿命の向上が認められるものの、さらなる改善の余地が残されていたのである。そして鋼材の Si・Cr バランスを適正化すれば、疲労特性がさらに改善されることを見出し、本発明を完成した。

【0008】

すなわち、本発明に係る耐へたり性及び疲労特性に優れるばね用鋼は、C：0.5～0.8%（質量%の意、以下同じ）、Si：1.2～2.5%、Mn：0.5～1.5%、Cr：1.0～4.0%、V：0.5%以下（0%を含む）、P：0.02%以下（0%を含まない）、S：0.02%以下（0%を含まない）、Al：0.05%以下（0%を含まない）を含有し、残部は Fe 及び不可避免の不純物からなり、しかも前記 Si 含有量及び Cr 含有量はさらに下記式（1）を満足している点に要旨を有するものである。

【0009】

$$0.8 \times [\text{Si}] + [\text{Cr}] \geq 2.6 \quad \dots (1)$$

（式中、[Si]、[Cr] はそれぞれ Si 含有量（質量%）及び Cr 含有量（質量%）を示す）

上記ばね用鋼は、さらにNi: 0.5%以下(0%を含まない)及び/又はMo: 0.4%以下(0%を含まない)を含有していてもよい。

【0010】

【発明の実施の形態】

本発明の鋼は、C、Si、Mn、Cr、V、P、S、及びAlを所定量含有するものであり、残部はFe及び不可避免的不純物である。以下、各成分の量及びその限定理由を説明する。

【0011】

C : 0.5~0.8% (質量%の意、以下同じ)

Cは高応力が負荷されるばねに十分な強度を確保するために添加される元素であり、通常は0.5%程度以上、好ましくは0.52%以上、さらに好ましくは0.54%程度以上、特に0.6%程度以上添加する。しかし多すぎると靱延性が悪くなり、表面疵や内部欠陥を発生し、ばね用鋼をばねに加工する時や得られたばねの使用中に割れが発生し易くなるため、通常は0.8%程度以下、好ましくは0.75%程度以下、さらに好ましくは0.7%程度以下とする。

【0012】

Si : 1.2~2.5%

Siは製鋼時の脱酸剤として必要な元素であり、軟化抵抗を高めて耐へたり性を向上させるのにも有用である。こうした効果を有効に発揮させるため、通常は1.2%程度以上、好ましくは1.4%程度以上、さらに好ましくは1.6%程度以上添加する。しかし多すぎると、靱延性が悪くなるばかりでなく疵が増加したり、熱処理の際に表面の脱炭が進行し易くなったり、また粒界酸化層が深くなり易く疲労寿命を短くし易くなる。Siは、通常は2.5%程度以下、好ましくは2.3%程度以下、さらに好ましくは2.2%程度以下とする。

【0013】

Mn : 0.5~1.5%

Mnも製鋼時の脱酸に有効な元素であり、また焼入性を高めて強度向上に寄与する元素である。この効果を有効に発揮させるため、通常は0.5%程度以上、好ましくは0.6%程度以上、さらに好ましくは0.65%程度以上添加する。

しかし、本発明の鋼は、熱間圧延した後、必要に応じてパテンティング処理し、次いで伸線、オイルテンパー、コイルリングなどしてばねにするため、Mnが多すぎると、前記熱間圧延時やパテンティング処理時にベイナイト等の過冷組織が生成し易くなり、伸線性が低下し易くなるため、上限は通常は1.5%程度、好ましくは1.2%程度、さらに好ましくは1%程度とする。

【0014】

Cr: 1.0~4.0%

Crは耐へたり性の向上作用及び欠陥感受性低下作用を有しており、本発明にとって極めて重要な元素である。なおCrは粒界酸化層を厚くして疲労寿命を低下させる作用も有しているものの、この点はオイルテンパー時の雰囲気制御して粒界酸化層を薄くすることが可能であるため、本発明ではかかる不具合は解消できる。従ってCrは多い程望ましく、例えば、1.0%以上、好ましくは1.03%以上、さらに好ましくは1.2%以上、特に1.3%以上である。なおCrが過剰になると、伸線の際のパテンティング時間が長くなりすぎ、また靱性や延性も低下するため、4.0%以下、好ましくは3.5%以下、さらに好ましくは3%以下、特に2.6%以下とする。

【0015】

V: 0.5%以下(0%を含む)

Vは添加しない場合(0%)もあるが、本発明の鋼を伸線した後でオイルテンパー処理する時に結晶粒を微細化する作用があり、靱・延性を向上させるのに有用であり、また前記オイルテンパー処理の時や、コイルリング(ばね成形)後の歪取り焼鈍時などに、2次析出硬化を起こして高強度化にも寄与するため、例えば、0.01%程度以上、好ましくは0.05%程度以上、さらに好ましくは0.1%程度以上添加する場合もある。しかし、過剰に添加するとオイルテンパー処理するまでの段階でマルテンサイト組織やベイナイト組織が生成してしまい、伸線加工性が低下し易くなるため、添加する場合(0%超)であっても、0.5%程度以下、好ましくは0.4%程度以下、さらに好ましくは0.3%程度以下とする。

【0016】

P : 0.02%以下 (0%を含まない)

S : 0.02%以下 (0%を含まない)

P及びSは、共に鋼の靱性及び延性を低下させる不純物元素であり、伸線工程での断線を防止するために極力抑制するのが望ましい。P量及びS量は、好ましくは0.015%以下、さらに好ましくは0.013%以下程度である。P量及びS量の上限は、異なって設定してもよい。

【0017】

Al : 0.05%以下 (0%を含まない)

Alは、例えば他の元素（例えばSi）で脱酸する場合や真空溶製する場合には必要ではないが、Al脱酸する場合には有用である。しかしAlは、 Al_2O_3 などの酸化物を生成し、伸線時の断線の原因となり、また破壊の起点となればねの疲労特性を低下させる原因となるため、極力低減するのが望ましい。Al量は、好ましくは0.03%以下、さらに好ましくは0.01%以下、特に0.005%以下程度である。

【0018】

また本発明では、上記元素の他、さらにNi、Moなどを単独で又は組み合わせて添加してもよい。以下、これら選択元素の量及び添加理由について説明する。

【0019】

Ni : 0.5%以下 (0%を含まない)

Niは焼入性を高め、低温脆化を防止するのに有用な元素である。Ni量は、好ましくは0.05%程度以上、好ましくは0.1%程度以上、さらに好ましくは0.15%程度以上である。しかし多すぎると、熱間圧延によって鋼材を製造する際に、ベイナイト組織又はマルテンサイト組織が生成し、靱性・延性が低下し易くなるため、0.5%程度以下、好ましくは0.4%程度以下、さらに好ましくは0.3%程度以下とする。

【0020】

Mo : 0.4%以下 (0%を含まない)

Moは、軟化抵抗を向上させると共に、析出硬化を発揮するために低温焼鈍し

た後で耐力を上昇させる点でも有用である。Mo量は、好ましくは0.05%以上、さらに好ましくは0.1%以上である。しかし過剰に添加すると、本発明の鋼材をオイルテンパー処理するまでの段階でマルテンサイト組織やベイナイト組織が生成し、伸線加工性が悪くなるため、0.4%以下、好ましくは0.35%以下、さらに好ましくは0.30%以下とする。

【0021】

そして本発明の鋼では、各成分が上記範囲で制御されているのみならず、Si・Crバランスが適正に制御されており、具体的には下記式(1)を満足するようにSi・Crバランスを制御している。

【0022】

$$0.8 \times [\text{Si}] + [\text{Cr}] \geq 2.6 \quad \dots (1)$$

(式中、[Si]、[Cr]はそれぞれSi含有量(質量%)及びCr含有量(質量%)を示す)

Si・Crバランスを適正に制御することによって、ばねとしたときの欠陥感受性を確実に改善し、疲労寿命をさらに向上させることができる。

【0023】

本発明の鋼は、例えば、鋼片、鋳片、又はこれらを熱間圧延することによって得られる線材として取得できる。そして、本発明の鋼は、例えば、以下のようにしてばねとすることができる。

【0024】

すなわち前記線材を伸線し、焼入れ・焼戻し処理(オイルテンパー処理など)して鋼線とした後、ばね成形することによってばねが得られる。なお前記焼入れ・焼戻し処理は、水蒸気を含むガス雰囲気下で行うことが推奨される。水蒸気を含むガス中で焼入れ・焼戻し処理すると、鋼線表面の酸化被膜を緻密化でき、粒界酸化層を薄くできるため、Cr添加による不具合を回避できる。

【0025】

なお伸線前には、通常、軟化焼鈍、皮削り、鉛パテンティング処理などを行う。またばね成形後は、通常、歪取焼鈍、ダブルショットピーニング、低温焼鈍、冷間セッチングなどを行う。

【0026】

本発明の鋼を用いれば、上記のようにしてばねとしたときに、耐へたり性と、疲労特性の両方を確実に向上することができる。

【0027】

【実施例】

以下、実施例を挙げて本発明をより具体的に説明するが、本発明はもとより下記実施例によって制限を受けるものではなく、前・後記の趣旨に適合し得る範囲で適当に変更を加えて実施することも勿論可能であり、それらはいずれも本発明の技術的範囲に包含される。

【0028】

実験例 1～17

下記表 1 に示す化学成分の鋼を溶製し、熱間圧延することにより直径 8.0 mm の鋼線材を作製した。

【0029】

上記鋼線材をばね用途に使用したときの特性を調べるため、下記試験を行った。

【0030】

[疲労特性]

上記鋼線材を軟化焼鈍、皮削り、鉛パテンティング処理（加熱温度：950℃、鉛炉温度：620℃）、伸線処理を行った後、オイルテンパー処理（加熱温度：960℃、焼入油温度：70℃、焼戻温度：450℃、焼戻し後の冷却条件：空冷、炉雰囲気：10体積% H₂O + 90体積% N₂）を行い、直径 4.0 mm のオイルテンパー線を製造した。

【0031】

得られたオイルテンパー線を、歪み取り焼鈍に相当する 400℃×20 分のテンパー処理し、ダブルショットピーニング、低温焼鈍（220℃×20 分）を行った。この低温焼鈍後の鋼線を島津製作所製 TYPE 4 中村式回転曲げ疲労試験機にセットし、回転速度：4000 rpm、サンプル長：600 mm、公称応力：826 MPa の条件下で回転曲げ疲労試験を行い、破断するまでの寿命（回転

数)と破断面箇所を調べた。なお破断しない場合には、回転数: 2×10^7 回で試験を中止した。

【0032】

[耐へたり性]

上記疲労特性の際に製造したオイルテンパー線をばね成形(コイルの平均径: 28.0 mm、巻数: 6.5、有効巻数: 4.5)、歪取焼鈍(400℃×20分)、座研磨、ダブルショットピーニング、低温焼鈍(230℃×20分)、冷間セッチングを行い、ばね(ばね定数: 2.6 kgf/mm)とした。

【0033】

得られたばねの残留せん断歪みを以下のようにして測定した。すなわち 1372 MPa の応力下で 48 時間に亘って継続してばねを締め付けた後(温度: 120℃)、応力を除去し、試験前後のへたり量を測定し、残留せん断歪みを算出した。

【0034】

また JIS G0551 に準拠してオーステナイト粒の結晶粒度番号も調べた。結果を表 1 及び図 1 に示す。なお図 1 中、○は実験例 1～9 に対応し、△は実験例 10～11、13～14 及び 17 に対応し、×は実験例 12、及び 15～16 に対応する。

【0035】

【表 1】

表1

実験例	化学成分(質量%)※										結晶 粒度 番号	計算値 0.8Si+Cr	疲労寿命 ($\times 10^6$ 回)	破壊の起点	残留 せん断歪み (%)
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	V	Mo	Al					
1	0.75	2.00	0.75	0.010	0.009	0.00	1.50	0.21	0.00	0.003	10.5	3.1	20	—	0.041
2	0.60	1.95	0.69	0.008	0.007	0.00	1.24	0.32	0.00	0.002	10.5	2.8	20	—	0.037
3	0.59	1.44	0.68	0.008	0.011	0.00	3.10	0.18	0.00	0.002	11.0	4.3	20	—	0.029
4	0.53	2.07	1.22	0.005	0.006	0.00	1.81	0.11	0.00	0.002	11.0	3.5	20	—	0.045
5	0.72	1.85	0.85	0.006	0.011	0.18	1.69	0.24	0.00	0.003	10.5	3.2	20	—	0.025
6	0.52	2.26	0.94	0.008	0.005	0.00	2.05	0.23	0.28	0.035	10.0	3.9	20	—	0.038
7	0.61	2.00	0.85	0.013	0.005	0.25	1.05	0.11	0.00	0.001	10.5	2.7	20	—	0.047
8	0.78	1.24	0.67	0.007	0.008	0.00	2.01	0.16	0.00	0.003	11.0	3.0	20	—	0.033
9	0.63	2.43	0.71	0.009	0.007	0.43	1.12	0.12	0.00	0.003	10.5	3.1	20	—	0.041
10	0.55	1.45	0.70	0.010	0.009	0.00	0.70	0.00	0.00	0.003	9.5	1.9	5.0	表面	0.075
11	0.63	1.40	0.60	0.007	0.012	0.00	0.65	0.11	0.00	0.003	10.0	1.8	7.8	表面	0.064
12	0.60	1.50	0.70	0.011	0.010	0.25	0.90	0.06	0.00	0.041	10.0	2.1	7.0	酸化物系介在物	0.065
13	0.59	1.29	0.75	0.008	0.014	0.00	1.51	0.00	0.09	0.002	10.5	2.5	10.3	表面	0.059
14	0.72	0.80	0.78	0.006	0.009	0.00	1.49	0.05	0.15	0.002	11.0	2.1	4.3	表面	0.084
15	0.65	2.01	0.90	0.005	0.005	0.00	0.80	0.15	0.00	0.001	10.0	2.4	1.7	酸化物系介在物	0.049
16	0.59	1.51	0.83	0.007	0.012	0.00	1.31	0.23	0.00	0.003	10.5	2.5	8.3	酸化物系介在物	0.055
17	0.68	1.25	1.22	0.011	0.009	0.00	1.16	0.35	0.00	0.003	10.5	2.2	12.7	表面	0.102

※:残部はFe及び不可避の不純物

【0036】

表1及び図1より明らかなように、実験例10～12及び14～15はSi及びCrの少なくとも一方が不足しているため疲労寿命が短い。実験例13及び16～17に示すように、Si及びCrを所定量以上添加すると、先の実験例10～12及び14～15に比べれば疲労寿命の改善が認められるものの、例えば実験例16では酸化物系介在物を起点とする破壊（疲労限以下の破壊）が生じており、さらなる疲労寿命の向上が求められる。

【0037】

これらに対して実験例1～9によれば、Si及びCrが所定量以上添加されており、しかもSi・Crバランスが適切に設定されているため疲労寿命が確実に著しく向上する。

【0038】

【発明の効果】

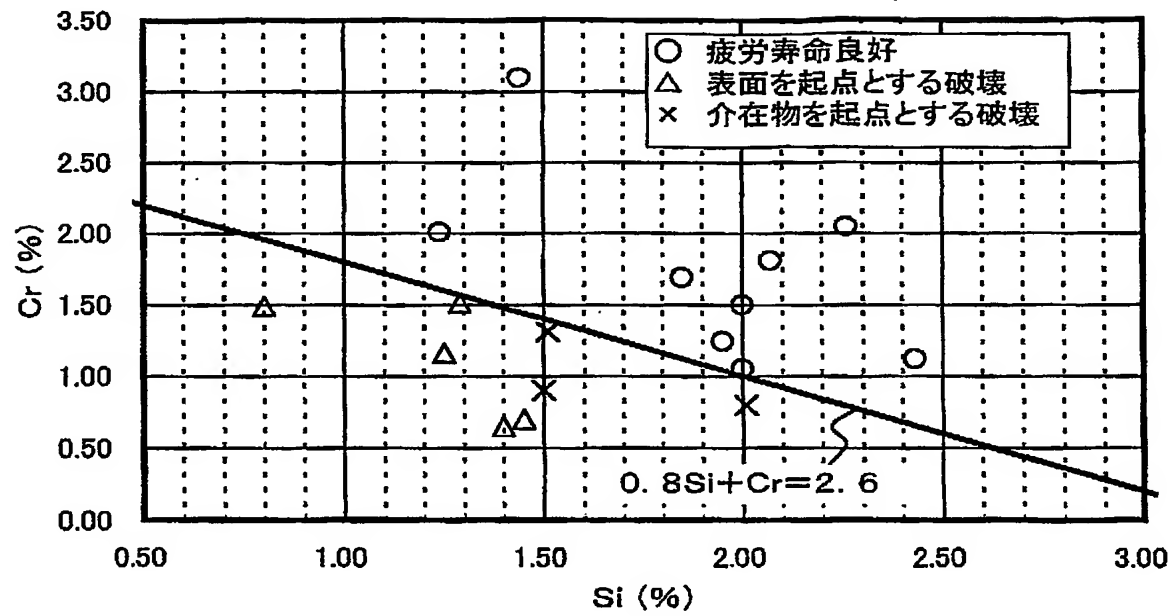
本発明の鋼によれば、Si及びCrが所定量以上添加されており、しかもSi・Crバランスが適切に設定されているために、ばねとしたときの耐へたり性を向上でき、しかも疲労特性も確実に向上できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は実施例の鋼のSi・Cr量と、疲労特性との関係を示すグラフである。

【書類名】 図面

【図 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 耐へたり性と、疲労特性の両方を向上し得るばねを製造するのに有用な鋼を提供する。

【解決手段】 前記課題を解決し得たばね用鋼は、C：0.5～0.8%（質量%の意、以下同じ）、Si：1.2～2.5%、Mn：0.5～1.5%、Cr：1.0～4.0%、V：0.5%以下（0%を含む）、P：0.02%以下（0%を含まない）、S：0.02%以下（0%を含まない）、Al：0.05%以下（0%を含まない）を含有し、残部はFe及び不可避免の不純物からなり、前記Si含有量及びCr含有量はさらに下記式（1）を満足する。

$$0.8 \times [\text{Si}] + [\text{Cr}] \geq 2.6 \quad \cdots (1)$$

（式中、[Si]、[Cr]はそれぞれSi含有量（質量%）及びCr含有量（質量%）を示す）

特願 2 0 0 3 - 0 9 2 5 9 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 1 9 9]

1. 変更年月日

2 0 0 2 年 3 月 6 日

[変更理由]

住所変更

住 所

兵庫県神戸市中央区脇浜町二丁目 1 0 番 2 6 号

氏 名

株式会社神戸製鋼所